

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) PUBLICATION OF UNEXAMINED (KOKAI) PATENT APPLICATION (A)

(11) Kokai (Unexamined Patent) Number: Hei 3-166784

(43) Date of Disclosure: July 18, 1991

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> Identif. Symbol      Intra-Agency No.  
H 01 S 3/134                              7630-5F

Examination requested: not yet requested      Number of claims: 1 (total of 4 pages)

(53) Title of the Invention: Gas Control Device for Laser Oscillator

(21) Application Number: 1-304758

(22) Filing Date: November 27, 1989

(72) Inventor: Naoki Miki  
Kanagawa-ken, Isehara-shi, Ishida 350

(72) Inventor: Yoshitsugi Mitsuda  
Kanagawa-ken, Isehara-shi, Ishida 350

(71) Applicant: Amada Co., Ltd.  
Kanagawa-ken, Isehara-shi, Ishida 200

(74) Representative: Hidekazu Miko, patent attorney, 1 other.

#### Specifications

1. Title of the Invention: Gas Control Device For Laser Oscillator

2. Scope of the Patent's Claims

A laser oscillator gas control device, characterized by the fact that a gas laser oscillator in which a discharge is induced by applying a high voltage between electrodes deployed opposite each other is equipped with a discharge detection means which detects the discharge status when a discharge occurs between said electrodes;

a pressure detection means which detects the pressure in the internal part in order to maintain a constant internal pressure in said gas laser oscillator device;

a gas injection means which injects laser gas into said laser oscillation device

and with control means which controls the amount of the laser gas injected by said gas injecting means in accordance with the discharge status detected with said discharge status detecting means.

### 3. Detailed Explanation of the Invention

(Sphere of Industrial Use)

This invention relates to a gas control device of a laser oscillator.

(Prior Art)

Carbon dioxide laser oscillators generally use  $\text{CO}_2$  when  $\text{CO}_2$  is processed in a laser gas during the laser oscillation stage so that the gas is separated into CO and  $\text{O}_2$ . This reduces the laser output because the concentration of  $\text{CO}_2$  is reduced.

In addition, because the amount of CO and  $\text{CO}_2$  is increased by this decomposition, this can also cause an unstable discharge of the energy applied to the laser gas. Accordingly, it is absolutely necessary that the laser gas be replaced because it is very difficult to maintain stable characteristics and a high output of the optical output when the same laser gas is used over a long period of time.

That is why according to prior art methods, laser gas was injected under hermetically sealed conditions prior to the laser oscillations and new laser gas was supplied after the power has deteriorated and the gas was discharged according to one method, or charging with the laser gas was conducted again prior to laser oscillations and additional gas was supplied as a new mixed gas during the laser oscillation stage to maintain a constant amount at all times according to another method.

(Problem To Be Solved By This Invention)

Incidentally, according to the former of the above described conventional methods, as shown in Figure 3 (A) and (B), there is a big difference between the concentration of  $\text{CO}_2$  and the optical output before and after replacement.

[page 2]

Another problem is that it is not possible to obtain a stable high output when optical output is normally reduced after a period of time.

In addition, when the latter method is compared to the former method, this method naturally makes it possible to exercise control enabling to maintain a constant gas pressure inside the laser oscillator when new mixed gas is normally supplied also during the course of laser oscillations, and it is also possible to obtain a stabilized high output because deteriorated gas contained CO and  $\text{O}_2$  generated by dissociation can be discharged. However, because of that, the amount of new gas that is injected during the course of laser oscillations is high as a percentage

of the gas amount contained in the laser oscillator, and if the amount of the new gas to be injected is too small, the result will be eventually identical to the result that is obtained with the former method.

Therefore, because the running cost is higher when large amounts of new mixed gas are required at all times for injection during the course of laser oscillations, the reality is that only a quite small amount of new mixed gas is available at all times as a constant injection amount for the gas amount that is in fact injected inside the laser oscillator.

In order to resolve the above mentioned problem areas, the purpose of this invention is to provide a gas control device of a laser oscillator enabling to achieve a stable discharge and a high output for a long period of time with a small amount of new mixed gas to be injected during the course of laser oscillations.

#### (Construction of the Invention)

In order to attain the above described objective, this invention uses a construction of a gas control device of a laser oscillator,

equipped with a discharge status detection means detecting the discharge status of a discharge between electrodes in a gas laser oscillator, when discharging is induced with a high voltage between opposite electrodes;

a pressure detection means detecting internal pressure in order to maintain a constant internal pressure in said gas laser oscillator;

a gas injection means injecting laser gas inside said laser oscillator;

and a control means controlling the laser gas injection amount obtained from said gas injection means according to the discharge status detected by said discharge detection means.

#### (Operation)

When the laser oscillator gas control device of this invention is employed, discharging can be conducted by applying a high voltage between opposite electrodes in a laser oscillator. The internal pressure in this laser oscillator is detected with the pressure detection means, enabling to create a constant pressure, while at the same time, the discharge status inside the laser oscillator is detected with the discharge status detection means. This makes it possible to control with the control means the gas injection amount of the gas that is injected inside the laser oscillator from the gas injection means according to the detected discharge status.

Also, a stabilized high optical output is obtained from the laser oscillator, while at the same time, if a low optical output is required, the amount of laser gas that is newly injected is reduced.

#### (Embodiment)

The following is a detailed explanation of an embodiment of this invention based on the enclosed figures.

As shown in the reference provided in Figure 1, anode 5 and cathode 7 are arranged opposite each other in electric discharge container 3 of a laser oscillator 1. A high-voltage source 9 is connected to this anode 5 and cathode 7. At the same time, a current detection means 11, for instance an ampere meter, is connected as a discharge status means to this high-voltage source 9 and to said cathode 7.

Pressure detection means 13, for instance a pressure sensor, etc., detecting the pressure inside discharge container 3, is connected to said discharge container 3. Also, valve 17 is connected as a gas injection means for injection of laser gas via pipe 19. Laser supply device 21 is also connected by pipe 23 to valve 17.

A control means 25, for instance a personal computer, etc., is connected to said electric current detection means 11 and said valve 17.

When valve 23 is opened with a command obtained from control means 25 with the above described configuration, laser gas will be injected into pipe 23 deployed in laser gas supply device 21, and it will be supplied via valve 17 and pipe 19 so that it is hermetically sealed inside discharge container 3. After that, valve 23 is closed when the inner part of discharge container 3 has been filled.

[page 3]

When high-voltage power source 9 is ON during this status and voltage is applied between anode 7 and cathode 9 [sic] which are mounted opposite each other inside discharge container 3, a discharge is created between anode 7 and cathode 9 [sic], enabling for instance to output laser beams oriented for laser processing operations.

Because the pressure inside discharge container 3 will be detected by pressure detection means 13 during the period when a discharge is generated inside said discharge container 3, monitoring can be conducted in order to maintain a constant pressure at all times. Moreover, the discharge current flowing during the discharge period in discharge container 3 is detected with current detection means 13, and a detection signal is sent at the same time in accordance with the detected value of this current to control means 25. This makes it possible to monitor the discharge status inside discharge container 3 with this control means 25.

As shown in Figure 2 which explains dissociation of CO<sub>2</sub> in the laser gas from the viewpoint of the progress of operations when a high discharge current is applied, control is exercised with control means 23 so that the higher the discharge current, the higher the amount of injected new laser gas.

Accordingly, based on the value of the electric current which flows as discharge current that is supplied to control means 23, when a high optical output is obtained as one can see from

the relationship indicated in Figure 2, valve 17 is opened with a command received from control means 25, and when a low optical output is obtained, control is exercised in order to inject a small amount of gas to discharge container 3. Therefore, a stabilized high optical output is obtained and at the same time, a small amount of new laser gas can be injected when a low optical power output is required.

In addition, this invention is not limited only to the above described embodiment since suitable modifications can be also realized in order to obtain other embodiments of this invention. For example, although the explanation of the embodiment used a current detection means 11 as a means detecting the discharge status, this invention is also compatible with a detection detecting the discharge current or optical output.

#### (Effect of the Invention)

As was explained above in an embodiment of this invention, this invention makes it possible to conduct a discharge by applying a high voltage between electrodes arranged opposite each other in a laser oscillator. The voltage inside this laser oscillator is detected with a voltage detection means in order to create a constant status. At the same time, the discharge status inside the laser oscillator is detected with a discharge status detection means. The gas injection amount of the gas injected inside the laser oscillator by a gas injection means can thus be controlled according to this detected discharge status.

Therefore, this enables to obtain a stabilized high optical output from a laser oscillator, while at the same time, the amount of newly injected laser gas can be reduced when this is required with a low optical output.

#### 4. Brief Description of Figures

Figure 1 is a block diagram explaining the construction of a gas control device for a laser oscillator according to an embodiment of this invention, Figure 2 is a relationship diagram indicating the relationship between the amount of injected gas and the electric discharge current when the gas injection amount is controlled with a control means, Figures 3 (A) and (B) are relationship diagrams indicating the relationship between the optical output and concentration of CO<sub>2</sub> when is exchanged in laser gas according to prior art.

1	...	laser oscillator,
3	...	discharge container,
5	...	anode,
7	...	cathode,
9	...	high voltage source,
11	...	electric current detection means (discharge status detection means),
13	...	pressure detection means,
17	...	gas injection means,
25	...	control means.

Representative: Hidekazu Miko, patent attorney.

Figure 1

9 high voltage source  
 11 current detection means  
 13 voltage detection means  
 17 valve  
 21 laser gas supplying apparatus  
 25 control means

Figure 2

[horizontal axis]	discharge current -> high
[vertical axis]	injection gas amount -> high

Figure 3

[horizontal axis]	time
[vertical axis]	Concentration of CO <sub>2</sub>
[medium point]	gas replacement

Figure 4

[horizontal axis]	time
[vertical axis]	optical output
[medium point]	gas replacement

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-166784

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 01 S 3/134

識別記号

庁内整理番号

7630-5F

⑬ 公開 平成3年(1991)7月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 レーザー発振器のガス制御装置

⑰ 特 願 平1-304758

⑱ 出 願 平1(1989)11月27日

⑲ 発 明 者 三 木 直 樹 神奈川県伊勢原市石田350  
⑲ 発 明 者 密 田 祐 次 神奈川県伊勢原市石田350  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 ア マ ダ 神奈川県伊勢原市石田200番地  
⑲ 代 理 人 弁 理 士 三 好 秀 和 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザー発振器のガス制御装置

## 2. 特許請求の範囲

相対向する電極間に高電圧を与えて放電させるガスレーザー発振装置にして、前記電極間に放電される放電状態を検出する放電状態検出手段と、前記ガスレーザー発振装置の内部圧力を一定にするため内部圧力を検出する圧力検出手段と、前記レーザー発振装置内にレーザーガスを注入するガス注入手段と、前記放電状態検出手段によって検出された放電状態に従って前記ガス注入手段からのレーザーガス注入量を制御する制御手段と、を備えてなることを特徴とするレーザー発振器のガス制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

この発明は、レーザー発振器のガス制御装置に関する。

## (従来技術)

炭酸ガスレーザー発振装置は、一般的に使用すると、レーザーガス中のCO<sub>2</sub>レーザー発振過程でCO<sub>2</sub>が分解してCOとO<sub>2</sub>になり、CO<sub>2</sub>濃度が低下することでレーザー出力が減少する。

また、この分解により、CO、O<sub>2</sub>ガスが増加し、レーザーガスにエネルギーを与える放電が不安定となる原因ともなる。従って、同じレーザーガスの長時間使用では光出力の高出力、安定性を維持することが非常に困難であり、レーザーガスを交換することが不可欠である。

そのため、従来では、レーザー発振前にレーザーガスを注入封じ込みし、パワーの劣化後排気して新しいレーザーガスを封入する方法と、レーザー発振前にレーザーガスを注入封じ込みし、さらにレーザー発振過程で常時一定量の新しい混合ガスを追加注入する方法とが知られている。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、上述した従来技術のうち、前者による方法では、第3図(A)、(B)に示されて

いるように、レーザーガスを交換する前後で、 $CO_2$ 濃度と光出力に大きな差があり、また、光出力は時間と共に常に低下していることにより高い出力を安定して得ることができないという問題がある。

また、後者の方法では、前者の方法に比べ、レーザー発振過程においても常に新しい混合ガスを注入し、当然、レーザー発振器内のガス圧力は一定であるように制御することにより、解離による $CO$ 、 $O_2$ を含む劣化ガスを排出するので高い出力を安定して得ることができる。しかしながら、そのためには、レーザー発振過程に注入する新しい混合ガスの量は、レーザー発振装置内のガス量に対して大きな割合である程、光出力、放電共に安定するのに対し、注入する新しい混合ガスの量があまりに小さいと、前者の方法と同じような結果となってしまう。

従って、レーザー発振過程に注入する新しい混合ガスは常に多量必要であるが、ランニングコストが高くなるため、実際にはレーザー発振装置内

#### (作用)

この発明のレーザー発振器のガス制御装置を採用することにより、レーザー発振装置における相対向する電極間に高電圧が与えられて放電される。このレーザー発振装置の内部圧力を圧力検出手段で検出して一定になるようにすると共に、放電状態検出手段でレーザー発振装置内の放電状態を検出する。この検出された放電状態に従ってガス注入手段からレーザー発振装置内へ注入されるガス注入量が制御手段により制御される。

而して、レーザー発振装置から高い光出力を安定して得られると共に、低い光出力が必要な場合には新しく注入するレーザーガスを少なくされる。

#### (実施例)

以下、この発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

第1図を参照するに、レーザー発振装置1における放電容器3には陽電極5と陰電極7とが相対向して配置されている。この相対向した陽電極5と陰電極7とは高圧電源9が接続されていると共

のガス量に対してかなり少ない量の新しい混合ガスを常時一定量注入しているのが現状である。

この発明の目的は、前記問題点を改善するため、レーザー発振過程に注入する新しい混合ガスの量を少なくし、かつ長時間の高出力、安定な放電を与えるようにしたレーザー発振装置のガス制御装置を提供することにある。

#### [発明の構成]

##### (課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、この発明は、相対向する電極間に高電圧を与えて放電させるガスレーザー発振装置にして、前記電極間に放電される放電状態を検出する放電状態検出手段と、前記ガスレーザー発振装置の内部圧力を一定にするため内部圧力を検出する圧力検出手段と、前記レーザー発振装置内にレーザーガスを注入するガス注入手段と、前記放電状態検出手段によって検出された放電状態に従って前記ガス注入手段からのレーザーガス注入量を制御する制御手段と、を備えてレーザー発振装置のガス制御装置を構成した。

に、この高圧電源9と前記陰電極7とは放電状態検出手段としての例えば電流計などの電流検出手段11が接続されている。

前記放電容器3にはこの放電容器3の内部圧力を検出する圧力センサなどの圧力検出手段13が接続されていると共に、レーザーガスを注入するガス注入手段15であるバルブ17が配管19を介して接続されている。バルブ17にはレーザーガス供給装置21が配管23を介して接続されている。

前記電流検出手段11および前記バルブ17にはマイコンなどの制御手段25が接続されている。

上記構成により、制御手段25からの指令によりバルブ23を開かせると、レーザーガス供給装置21内にあるレーザーガスが配管23、バルブ17および配管19を経て放電容器3内に注入封じ込まれる。そして、放電容器3内にレーザーガスが満されると、バルブ23が閉じられる。

この状態において、高圧電源9をオンにすると放電容器3内にある相対向した陽電極7と陰電極



9の両電極間に高電圧が与えられて、陽電極7と陰電極9との間で放電がなされて例えばレーザー加工機へ向けてレーザービームが出力されることになる。

前記放電容器3内で放電がなされている間、放電容器3の内部圧力は圧力検出手段13で検出されるから、常に一定となるように監視される。しかも放電容器3内で放電されている間の放電電流は電流検出手段13で検出されると共に、この検出された電流値に従って検出信号が制御手段25に送られる。この制御手段25では放電容器3内の放電状態を監視している。

レーザーガス中のCO<sub>2</sub>の解離が、放電電力が高い程進むことに着目し、第2図に示すごとく、放電電流が高い程、新しいレーザーガスの注入量を多くするように、制御手段23で制御される。

したがって、制御手段23に送られてきた放電電流の電流値に基づいて、第2図に示した関係から、高い光出力を得る場合には、制御手段25からの指令でバルブ17を開かせてガス注入量を多

くし、低い光出力を得る場合にはガス注入量を少なく放電容器3へ注入すべく制御される。而して、高い光出力を安定して得られると共に、低い光出力が必要な場合には新しく注入するレーザーガスを少なくすることができる。

なお、この発明は、前述した実施例に限定されることなく、適宜の変更を行なうことにより、その他の態様で実施し得るものである。例えば本実施例では放電状態検出手段として電流検出手段11を例に取って説明したが、放電電力あるいは光出力を検出する検出手段を用いて行なうことでも対応可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上のごとき実施例の説明より理解されるように、この発明によれば、レーザー発振装置における相対向する電極間に高電圧が与えられて放電される。このレーザー発振装置の内部圧力を圧力検出手段で検出して一定になるようにすると共に、放電状態検出手段でレーザー発振装置内の放電状態を検出する。この検出された放電状態に従って

ガス注入手段からレーザー発振装置内へ注入されるガス注入量が制御手段により制御される。

而して、レーザー発振装置から高い光出力を安定して得ることができると共に、低い光出力が必要な場合には新しく注入するレーザーガスを少なくすることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

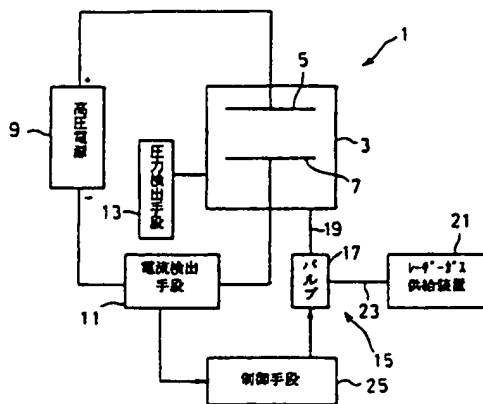
第1図はこの発明を実施する一実施例のレーザー発振装置のガス制御装置における構成ブロック図、第2図は制御手段でガス注入量を制御する際の放電電流と注入ガス量との関係を示した関係図、第3図(A)および(B)は従来のレーザーガスを交換したときのCO<sub>2</sub>濃度、光出力と時間との関係を示した関係図である。

- |                        |          |
|------------------------|----------|
| 1 … レーザー発振器            | 3 … 放電容器 |
| 5 … 陽電極                | 7 … 陰電極  |
| 9 … 高圧電源               |          |
| 11 … 電流検出手段 (放電状態検出手段) |          |
| 13 … 圧力検出手段            |          |
| 15 … ガス注入手段            | 17 … バルブ |

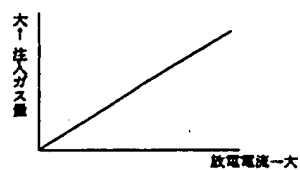
#### 25 … 制御手段

代理人 弁理士 三 好 秀 和

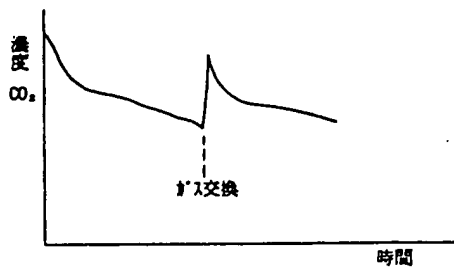
- 1—レーザー発振器      3—放電容器  
5—電圧検出      7—放電極  
9—高圧電圧  
11—電流検出手段(放電状態検出手段)  
13—圧力検出手段  
15—ガス注入手段      17—バルブ  
25—制御手段



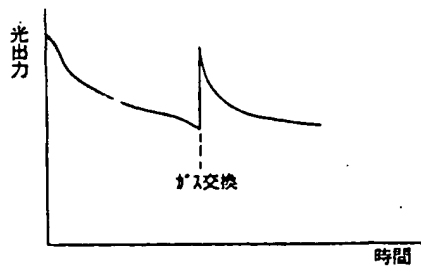
第1図



第2図



第3図(A)



第3図(B)